

УДК 621.311.24

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МОЩНОСТИ ВЕТРОАГРЕГАТА ОТ СКОРОСТИ ВЕТРА

А. В. БРЕДУН^{1*}, В. В. ШЕВЧЕНКО²

¹ студент кафедри електричних машин, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

² професор кафедри електричних машин, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

*email: zurbagan8454@gmail.com

Для Украины вопросы энергосбережения являются важной проблемой, нерешенность которой может угрожать ее энергетической безопасности, особенно учитывая отсутствие в стране больших собственных запасов нефти, газа, ядерного топлива. По расчетам специалистов, при нынешних объемах добычи, угля на Земле хватит лет на 150-200, а нефти и газа - максимум на столетие. Поэтому перед человечеством стоит задача освоения возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Для Украины наиболее перспективным ВИЭ является энергия ветра, и актуальна разработка технических решений, направленных на повышение их КПД, снижение порога минимальной скорости ветра, расширение территории для их возможного использования. Поэтому работа, посвященная совершенствованию работы ветроэнергетических установок (ВЭУ) актуальна. Целью работы является проведение расчета конструкции ветроагрегата для установления связи мощности ВЭУ со скоростью ветра. В работе выполнен аэродинамический расчет и проведено сравнение полученных данных с экспериментальными результатами эксплуатации ветроагрегата АВЭ-250С Аджигольской ветростанции, [1]. Расчеты выполнены с использованием импульсной теории, теории режима турбулентного следа и концевых потерь по Прандтлю. Мощность определяется, как $N = \omega \cdot M$, кВт, где

$$M = \frac{\pi \rho}{2} \cdot C_m(z, \varphi_i) \cdot V^2 \cdot R^3, \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где ω - частота вращения ротора; M - аэродинамический момент; $C_m(z, \varphi_i)$ - коэффициент момента (функция от двух переменных: быстроходности z и угла установки лопасти φ). Обозначим $C_n = C_m \cdot Z$, где $Z = \omega \cdot R / V$.

Тогда формула для определения мощности в зависимости от скорости ветра примет вид:

$$N = \frac{\pi \rho}{2} \cdot C_n(z, \varphi_i) \cdot V^3 \cdot R^2, \text{ кВт}.$$

Полученное выражение не является точной аналитической связью мощности со скоростью ветра, она носит дискретный характер, что предопределяет наличие интерполяционной погрешности. Величина ошибки интерполяции может быть уменьшена за счет сокращения интервала дискретности скорости ветра и увеличения объема измерений. В связи с тем, что зависимость мощности от скорости ветра не имеет аналитического

выражения, аппроксимация ее каким - либо аналитическим выражением вносит дополнительную погрешность, которая не может быть оценена достаточно корректно. Более достоверную зависимость мощности N_{red} от скорости ветра можно получить, используя метод статистической обработки на каждом отдельно взятом интервале усреднения, предварительно приводя измеренные величины к номинальным условиям и данным значениям скорости ветра. Приведение к номинальным условиям позволяет учитывать данные окружающей среды (давление P_{red} , температуру T_{red} и направление ветра).

$$N_{red} = N_{meas} \cdot \frac{760}{P_{red}} \cdot \frac{273 + T_{red}}{288} \cdot \cos \alpha, \text{ кВт},$$

α - угол между вектором скорости ветра и осью головки ветроагрегата.

Приведение расчетной мощности N_{red} к табличной N_{tb} при установлении ее зависимости от скорости ветра V_{meas} является необходимым условием для определения их связи со скоростью ветра и ее нижней границы.

$$N_{tb} = N_{red} \cdot \frac{C_{ntb} \cdot V_{tb}^3}{C_{nmeas} \cdot V_{meas}^3},$$

где $C_{ntb}=f(Z_{tb}; \varphi_{tb})$, $C_{nmeas}=f(Z_{meas}; \varphi_{meas})$.

На рис. 1 приведено сравнение расчетных и экспериментально полученных данных для ветроагрегата АВЭ-250С.

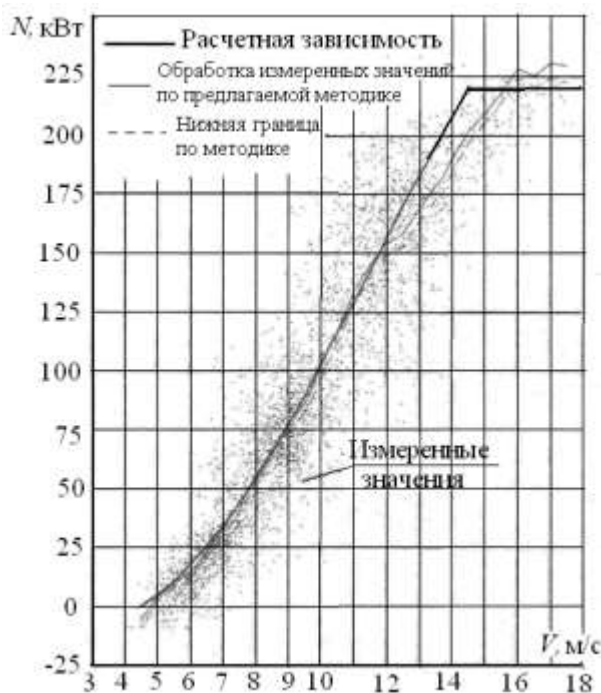


Рис. 1 - Зависимость мощности от скорости ветра $N=f(V)$ ветроагрегата АВЭ-250С

В процессе анализа оптимизации интервала усреднения по времени выяснилось, что для ветроагрегатов, удаленных от метеовышки на расстояние 50-150 м, оптимальным является интервал, равный одной минуте. Увеличение его в 2-3 раза приводит к увеличению числа измерений без увеличения точности. Удовлетворительная сходимость расчетных значений мощности с опытными значениями достигается при количестве обработанных значений для каждого табличного значения скорости ветра более 100, [1].

Вывод: Предлагаемая в работе зависимость мощности ВЭУ от скорости ветра является достаточно точной и может быть рекомендована для практического использования.

Список литературы:

1. *Renewable Energy. Power for a Sustainable Future.* // Oxford University Press in Association with The Open University. – 2004. - 452 p.